



**20-22
Septembre
2017**

**Programme FRANCO-QUEBECOIS
de formation en NANOMATERIAUX
et en caractérisation de matériaux FONCTIONNELS**

École d'été à l'Université de Bretagne Sud, Lorient



Livret de l'école d'été CFQCU « Nanomatériaux & Caractérisation des matériaux fonctionnels »

Présentation

Cette école d'été est le second volet du programme d'enseignement et de recherche sur les *nanomatériaux & la caractérisation des matériaux fonctionnels*, dont la première partie s'est déroulée à l'Université de Sherbrooke au Québec du 19 au 21 septembre 2016.

Son objectif est d'accompagner le domaine en plein essor des nanomatériaux, en partant du constat que plusieurs industries telles que l'électronique, l'énergie, la santé, les transports ont besoin de nouveaux matériaux et de nouvelles technologies pour améliorer leurs produits et répondre à la demande sans cesse grandissante de meilleures performances.

Par contre, la formation de personnel hautement qualifié présente une lacune, puisqu'aucun programme n'est en mesure d'offrir une éducation multidisciplinaire à l'interface entre les nanomatériaux et les sciences fondamentales dans le cadre des programmes traditionnels. Ceci représente une contrainte majeure au développement de nouvelles approches innovatrices en nanotechnologie, étant donné le manque d'expertise transdisciplinaire requise pour solutionner adéquatement ces problématiques.

Le programme CFQCU de formation proposé vise donc à combler cette lacune en donnant à du personnel hautement qualifié français et québécois, une formation multidisciplinaire et un accès privilégié aux partenaires impliqués dans le projet ainsi qu'à leur réseau international dans le domaine des nanomatériaux.

Les cours sont offerts sous forme de vidéo-conférences, afin de permettre aux étudiants de suivre le cours simultanément dans les deux pays. De plus, l'accessibilité en ligne à ces séminaires et aux présentations des professeurs permettra aux étudiants d'accéder à la théorie au moment qui leur conviendra le mieux et ce, peu importe le lieu physique où ils se trouveront.

La fulgurante ascension des nanotechnologies est indéniable et il est primordial d'investir le temps et l'énergie nécessaire à la formation d'étudiants afin de demeurer compétitif dans ce domaine. Le projet proposé devrait accélérer le développement d'une niche franco-québécoise en nanomatériaux et permettra d'assurer une place de choix à nos étudiants dans des entreprises de nanotechnologies œuvrant sur la scène internationale.

Nous espérons que cette initiative permettra d'améliorer la formation universitaire actuellement offerte aux cycles supérieurs, y compris la formation continue et quelle pourra être pérennisée dans le futur.

Coordination du programme CFQCU : Jean-François FELLER (IRDL CNRS 3744 Univ. Bretagne Sud Lorient, France) & Armand SODERA (CQMF Univ. Sherbrooke, Québec, Canada)

Comité local d'organisation : Mickaël CASTRO & Guillaume VIGNAUD (IRDL CNRS 3744 Univ. Bretagne Sud Lorient, France)

Site web : <http://irdl.fr/index.php/event/ecole-dete-sur-les-nanomateriaux-fonctionnels/>

Programme des activités

	Mercredi 20 Septembre	Jeudi 21 Septembre	Vendredi 22 Septembre
8h-9h			
9h-10h		Visite ComposiTIC	Bateau
10h-11h	Accueil + Discours de bienvenue Christine Chauvin	Session posters + Prix CFQCU	Musée Compagnie des Indes (Port Louis)
11h-12h			Bateau
12h-13h	Plateaux Repas	Crêpes Party	Repas Gaillec
13h-14h			
14h-15h	Pr. Jean-François MORIN	Pr. Armand SOLDERA	Pr. Jérôme CLAVERIE
15h-16h	Pr. Stephane BRUZAUD	Dr. Guillaume VIGNAUD	Dr. Mickaël CASTRO
16h-17h	Pr. Veena CHOUDHARY	Pr. Yves GROHENS	Pr. Philippe GUEGAN
17h-18h			Clotûre
	Larmor / Soirée	Lomener / Soirée	

Fig. 1: Programme des activités de l'école d'été Nanomatériaux & Caractérisation des matériaux fonctionnels du CFQCU

Liste des interventions

Mercredi 20 Septembre 2017

14h00 : Pr. Jean-François MORIN (CQMF – Univ. Laval)

Synthèse et propriétés de nouveaux matériaux semi-conducteurs de graphène pour l'électronique organique.

Les matériaux de graphène semi-conducteurs comme les nanorubans de graphène sont de plus en plus populaires dans le domaine de l'électronique due à leurs excellentes propriétés de transport de charge et leurs propriétés optiques modulables. Afin de bien contrôler la structure et la dimension de ces nanorubans, plusieurs outils synthétiques ont été développés, chacune possédant des avantages et des limitations. Dans cet exposé, nous discuterons des récents développements dans le domaine de la synthèse à haute précision de ces matériaux et leurs impacts sur les propriétés électroniques de ceux-ci. Nous comparerons également les performances de ces matériaux à celles obtenues pour des matériaux organiques et inorganiques classiques.

15h00 : Pr. Stéphane BRUZAUD (IRDL – Univ. Bretagne Sud)

Nanocomposites à charges lamellaires

Le cours décrira les principales voies d'élaboration des nanocomposites (en focalisant sur les matrices biosourcées et biodégradables) contenant des charges lamellaires de type argile ou oxydes. La corrélation entre la morphologie des matériaux élaborés et leurs propriétés physico-chimiques sera illustrée à travers quelques exemples extraits de la littérature. Le cours mettra en exergue toute la difficulté à obtenir des degrés de dispersion élevés, i.e. à l'échelle du nanomètre, pour bénéficier de l'effet « nano » lequel est directement lié à la surface de contact entre les plaquettes dispersées et la matrice polymère.

16h00 : Pr. Veena CHOUDHARY (CPSE – Indian Institute of Tech. Delhi)

Synthesis properties and applications of carbon nanomaterials or carbon nanostructures

Carbon nanostructures have been widely studied due to their unique properties and potential use in various applications. An overview of the various carbon structures with characteristic sizes in the nanoscale region will be presented, with special attention devoted to the synthesis, characterization and applications of carbon nanotubes and graphene. Many different production methods for carbon nanotubes (CNT) and graphene, its functionalization and chemical modification will also be discussed. Some of the applications covered in this lecture include hydrogen storage, carbon nanotube-based solar cells and CNT composite materials for EMI shielding.

Jeudi 21 Septembre 2017

14h00 : Pr. Armand SOLDERA (CQMF - Univ. Sherbrooke)

La simulation moléculaire : Un outil expérimental à part entière

Ces dernières années ont vu émerger une voie alternative à faire de la science. Grâce à l'augmentation de la puissance informatique et de l'efficacité des codes de calculs, les expériences numériques à la frontière entre la théorie et l'expérience sont sur le point de devenir un élément crucial au sein d'un laboratoire. En tant qu'expérimentateurs numériques, tel que nous nous définissons au sein du laboratoire de physico-chimie moléculaire, nous utilisons des codes comme les spécialistes exploitent leurs compétences avec leur technique respective telle la RMN ou l'IR. Le grand avantage de l'approche simulation est qu'elle permet d'explorer des domaines qui ne pourraient être sondés par une autre technique. Grâce à cette meilleure compréhension de ce qui se passe au niveau moléculaire, les mécanismes sous-jacents à une propriété macroscopique peuvent être mieux appréhendés, et de nouveaux composés aux performances accrues peuvent alors être proposés. Son principal défi réside dans l'établissement du lien entre la simulation effectuée au niveau moléculaire, utilisant de ce fait un nombre restreint d'atomes, et les propriétés macroscopiques qui mettent en œuvre un nombre d'atomes de l'ordre d'Avogadro. Ce lien est loin d'être direct. Des approches distinctives et innovantes doivent alors être trouvées. Dans ce cours, nous aborderons le principe de ces méthodes de simulation en insistant sur son fort potentiel. Il sera de ce fait ponctué d'exemples spécifiques liés aux matériaux.

15h00 : Dr. Guillaume VIGNAUD (IRDLD – Univ. Bretagne Sud)

Quelques propriétés singulières des films minces de polymères étudiées par ellipsométrie et réflectivité des rayons X

Les microfilms et nanofilms, liquides, élastiques ou vitreux, de polymères sont d'une grande importance dans de nombreux champs scientifiques interdisciplinaires, tels que la physico-chimie, la physiologie, la biophysique, la microélectronique ou la chimie des surfaces. Outre leur intérêt sur le plan fondamental, ils entrent en jeu dans des processus industriels tant optiques que mécaniques ou chimiques, au travers de la nanolithographie, de la lubrification, des peintures, des traitements de surface et des membranes élastiques. Au travers de ces applications potentielles, on conçoit aisément qu'une compréhension fine de la physique qui régit la stabilité et la dynamique de ces systèmes est une étape importante. L'épaisseur typique (5-100 nm) des nanofilms de polymères étant comparable à la taille caractéristique des macromolécules constitutives, l'effet de confinement est susceptible d'altérer fortement les propriétés de ces dernières. Si les propriétés des matériaux polymères massiques sont bien connues, leurs propriétés en films minces et aux interfaces le sont en revanche beaucoup moins et un grand nombre de questions restent ouvertes. Après une introduction aux méthodes de caractérisation que sont la réflectivité des rayons X et l'ellipsométrie spectroscopique, cette présentation s'intéressera à une sélection de résultats illustrant les propriétés inattendues des films minces confinés de polymère.

16h00 : Pr. Yves GROHENS (IRDM – Univ. Bretagne Sud)

Nanomatériaux et Confinement : un vecteur de propriétés spécifiques

Il existe un monde régi par de nouvelles lois, que l'on regroupe sous le nom d'« effet nano ». Nous pouvons le voir à l'œuvre dans différents matériaux que ce soit pour les nanotubes de carbone, à la rigidité exceptionnelle pour une densité très faible ou d'un autre côté des couches nano-structurées capable de repousser de l'eau. Pourtant, les « mécanismes » liés à la notion de confinement, qui apparaît aux dimensions nanométriques, sont encore mal compris. Nous allons voir ici quelques d'applications réelles, ou en devenir, des effets de confinement dans les domaines des nanocouches polymères, des nano-composites et des aérogels de nano-cellulose. Nous parlerons ainsi de la stabilité-instabilité des multi-couches co-extrudées qui doit aider à répondre aux fonctions multiples demandées à la plasturgie du futur. Nous évoquerons la possibilité de contrôler par le confinement le comportement thermique de nanocomposites polymères et non terminerons par la super-isolation dans les bio-aérogels.

Vendredi 22 Septembre 2017

14h00 : Pr. Jérôme CLAVERIE (CGMF - Univ. Sherbrooke)

« Méthodes de caractérisation des photo-catalyseurs hétérogènes »

La photo-catalyse hétérogène est une technique très populaire puisqu'elle permet à la fois de dépolluer les fluides contaminés et aussi de générer de l'hydrogène par photo-clivage de l'eau. Dans ce cours, nous présenterons quelques-unes des principales techniques permettant de caractériser ces photo-catalyseurs. En particulier, on discutera de la détermination de l'énergie de bande interdite, du potentiel de bande plate et des cellules photo-électrochimiques.

15h00 : Dr. Mickaël CASTRO (IRDL - Univ. Bretagne Sud)

NanoComposites Conducteurs : Vers des structures composites contrôlées (smart structure)

Le développement croissant des énergies renouvelables entraîne la fabrication de pièces composites aux dimensions de plus en plus importantes (pales d'éoliennes par ex) et soumises à de multiples sollicitations. Au-delà des performances mécaniques recherchées, l'évolution vers des structures contrôlées (dites intelligentes / smart structures) est fortement souhaitée. Ces structures rendues « sensibles » doivent permettre de maîtriser et caractériser les différentes étapes de leur vie (fabrication, exploitation, maintenance...). L'objectif des NanoComposites Conducteurs, combinant des nanotubes de carbone (CNT) et une matrice polymère isolante, est de faire remonter des informations sur la structure en termes de capacité, diagnostics d'anomalie et des informations reflétant son état de santé dans le but d'optimiser sa fabrication, son utilisation et sa maintenance. Cet exposé propose de revenir sur les étapes de préparation et caractérisation de NanoComposites Conducteurs utilisés comme témoins de l'état d'une pièce composite renforcée en fibre de verre (GFRP).

16h00 : Pr. Philippe GUEGAN (IPCM - Univ. Paris Sorbonne)

Fonctionnalisation en synthèse macromoléculaire : synthèse, caractérisation et applications

La synthèse macromoléculaire a depuis longtemps permis l'obtention de polymères téléchéliquement fonctionnalisés, en particulier grâce aux réactions de polycondensation. L'avènement du contrôle des polymérisations en chaîne par polymérisation ionique et radicalaire offre de nouvelles perspectives dans le domaine, en particulier dans celui de la production de polymères téléchéliques hétérofonctionnels ou de la synthèse de polymères possédant une fonctionnalité au milieu de chaîne. Enfin, une variation autour de l'architecture des polymères synthétisés permet de moduler le nombre de fonctions portées par chaque macromolécule, modulant ainsi ses propriétés. Le rapport entre fonctions téléchéliques et unités monomères est souvent défavorable à l'évaluation quantitative du taux de fonctionnalisation d'un polymère, et les différentes techniques permettant cette évaluation seront discutées. Un ensemble d'applications de polymères fonctionnels sera présenté afin de mettre en évidence l'apport de la maîtrise de la fonctionnalisation en synthèse macromoléculaire.